

SEMI M71-0310

CMOS LSI 用シリコン・オン・インシュレーター (SOI) ウェーハのための仕様

本スタンダードは、global Silicon Wafer Committee で技術的に承認されている。現版は 2010 年 1 月 20 日、global Audits and Reviews Subcommittee にて発行が承認された。2010 年 2 月に www.semi.org で入手可能となる。初版は 2007 年 11 月に発行された。

1 目的

1.1 本仕様は、CMOS 大規模集積回路 (LSI: large scale integrated circuit) デバイス用の薄膜シリコン・オン・インシュレーター (SOI: silicon-on-insulator) ウェーハの要求条件を規定するものである。本仕様は、130nm 技術ノード以降 (65nm, 45nm 等) の LSI 用 200mm および 300mm ウェーハを対象としている。150mm ウェーハの場合には、旧来の LSI 世代も含まれる。パラメータ、検査手順および受入基準を規定することにより、サプライヤと顧客双方が、製品の特性および品質要求条件を一貫して定義するのがよい。

2 範囲

2.1 本仕様は CMOS 大規模集積回路用途を意図した SOI ウェーハの特性を規定する。本仕様は 200 mm と 300 mm ノッチ付き SOI ウェーハの一般的特性を規定し、超薄膜 SOI (Si 膜 20–50 nm) の顧客駆動パラメータの選定を容易にする。さらに、本仕様は、やや厚めの Si 膜 (50 nm < Si < 200 nm) を持つ直径 200 mm および 300 mm SOI ウェーハの仕様も包含する。さらに、本仕様は、ノッチの代わりにオリエンテーションフラットを含む 150mm ウェーハも対象としている。本仕様は鏡面研磨ウェーハ仕様 [SEMI M1] と共に使われることを意図している。エピタキシャル層が SOI ウェーハの製造に使われる場合は、エピタキシャル層の特性を規定するエピタキシャルウェーハ仕様 [SEMI M62] も利用するべきである。

注意: このスタンダードはその使用に関連したすべての安全問題を取り扱うことを意図していない。このスタンダードの利用者は、その責任において、適切な安全および健康上実施すべき事柄を確立し、また使用前に法規制やその他の制限への適用性を判断するものである。

3 参照スタンダードおよび文書

3.1 SEMI スタンダード

SEMI M1 — Specifications for Polished Single Crystal Silicon Wafers

SEMI M20 — Practice for Establishing a Wafer Coordinate System

SEMI M35 — Guide for Developing Specifications for Silicon Wafer Surface Features Detected by Automated Inspection

SEMI M41 — Specification of Silicon-on-Insulator (SOI) for Power Device/ICs

SEMI M59 — Terminology for Silicon Technology

SEMI M62 — Specification for Silicon Epitaxial Wafers

SEMI MF26 — Test Methods for Determining the Orientation of a Semiconductive Single Crystal

SEMI MF42 — Test Methods for Conductivity Type of Extrinsic Semiconducting Materials

SEMI MF81 — Test Method for Measuring Radial Resistivity Variation on Silicon Wafers

SEMI MF84 — Test Method for Measuring Resistivity of Silicon Wafers with an In-Line Four-Point Probe

SEMI MF523 — Practice for Unaided Visual Inspection of Polished Silicon Wafer Surfaces

SEMI MF847 — Test Method for Measuring Crystallographic Orientation of Flats on Single Crystal Silicon Wafers by X-Ray Techniques

SEMI MF1152 — Test Method for Dimensions of Notches on Silicon Wafers

SEMI MF1188 — Test Method for Interstitial Oxygen Content of Silicon by Infrared Absorption With Short Baseline

SEMI MF1390 — Test Method for Measuring Warp on Silicon Wafers by Automated Non-Contact Scanning

SEMI MF1809 — Guide for Selection and Use of Etching Solutions to Delineate Structural Defects in Silicon

3.2 ANSIスタンダード¹

ANSI/ASQC Z1.4 — Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes

3.3 ASTMスタンダード²

ASTM E122 — Standard Practice for Calculating Sample Size to Estimate, With Specified Precision, the Average for a Characteristic of a Lot or Process

3.4 ISOスタンダード³

ISO 14706 — Surface Chemical Analysis – Determination of Surface Elemental Contamination on Silicon Wafers by Total Reflection X-Ray Fluorescence (TXRF) Spectroscopy

注意： 別途指示のない場合、引用されたすべての文書は最新の出版バージョンである。

4 用語

4.1 SOIウェーハを含む、シリコンウェーハおよびシリコン技術に関する一般用語はSEMI M59 に含まれている。

5 発注情報

5.1 この標準に基づくSOIウェーハの発注にあたっては、表 1 の発注仕様書 (SOIウェーハ用) のPart 6 の § 6-1 から § 6-5 の項目を含めなければならない。他の規定されている特性は、必要に応じて仕様書の § 6-6 に追加する。

5.2 さらに、発注情報は以下の情報を含めなければならない：

- SEMI M1 の発注仕様書 Part 1 (一般情報) に記載されている材料
- SEMI M1 の発注仕様書 Part 2 (鏡面ウェーハまたは基板) に規定された適切な特性を持つ基板ウェーハの仕様、そして
- SEMI M62 に規定されたエピタキシャル層用の仕様

注 1： 単一結晶のオリエンテーションについては別途 SEMI MF26 および JEITA EM-3501 に規定されている。

1 American National Standards Institute, Headquarters: 1819 L Street, NW, Washington, DC 20036, USA. Telephone: 202.293.8020; Fax: 202.293.9287. New York Office: 11 West 42nd Street, New York, NY 10036, USA. Telephone: 212.642.4900; Fax: 212.398.0023; <http://www.ansi.org>

2 Available from ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA. Telephone: 610.832.9585; Fax: 610.832-9555; <http://www.astm.org>. ASTM E 122 is published in Volume 14.02 of *Annual Book of ASTM Standards*.

4 International Organization for Standardization, ISO Central Secretariat, 1, rue de Varembe, Case postale 56, CH-1211 Geneva 20, Switzerland. Telephone: 41.22.749.01.11; Fax: 41.22.733.34.30; <http://www.iso.ch>

表1 シリコンウェーハ発注仕様書, Part 6, CMOS LSI アプリケーション用 SOI ウェーハ

項目		仕様	測定方法
6-1. SOI 層特性 SOI LAYER CHARACTERISTICS (注: ◆印のある項目はシリコンウェーハの基本仕様として必須項目)			
◆	6-1.1	SOI のタイプ (Type of SOI)	[] 貼り合わせウェーハ; [] SIMOX
	6-1.2	SOI 用シリコンウェーハ (Starting silicon wafer for SOI)	[] 鏡面ウェーハ; [] エピタキシャルウェーハ [] その他: (指定) _____
◆	6-1.3	表面シリコン層厚さ (Surface Silicon Thickness)	[] (nm) [] 分光偏光解析法; [] 分光反射率測定法; [] その他: (指定) _____
	6-1.4	表面シリコン層厚平均 値バラツキ (Surface Silicon Thickness Mean Value Variation)	< ± [] nm [] 分光偏光解析法; [] 分光反射率測定法; [] その他: (指定) _____
◆	6-1.5	表面シリコン層厚ウェ ーハ内バラツキ (Surface Silicon Thickness Variation in Wafer)	< ± [] %; ± [] nm
	6-1.6	結晶方位 (Crystal Orientation)	(100) ± [] ° [] SEMI MF26 (X-Ray); [] その他: (指定) _____
	6-1.7	回転ずれ (Rotation Misalignment)	貼り合わせ 200mm および 300mm 径ウェーハ < ± [] nm 貼り合わせ 150mm ウェーハ < ± [] nm [] 目視; [] その他: (指定) _____
	6-1.8	エッジ除外, 公称, FQA (品質保証領域) 直径から決定される (Edge Exclusion, Nominal, Determined from FQA (Fixed Quality Area) diameter)	[] mm
	6-1.9	非 SOI エッジ領域 (Non-SOI Edge Area)	貼り合わせウェーハ < [] mm [] 目視; [] その他: (指定) _____
	6-1.10	導電型 (Conductivity Type)	[] p 型 [] n 型 [] SEMI MF42; [] その他: (指定) _____
	6-1.11	ドーパント (Dopant)	[] B [] P [] その他: (指定) _____ [] 二次イオン質量分析法; [] その他: (指定) _____
	6-1.12	ドーパント濃度 (Dopant Concentration)	[] (atoms /cm ³) [] 二次イオン質量分析法; [] その他: (指定) _____
	6-1.13	SOI エッチピット (SOI Etch Pit)	< [] cm ⁻² [] Secco エッチング; [] その他: (指定) _____
	6-1.14	貫通転位 (Threading Dislocation)	< [] cm ⁻² [] Secco エッチング; [] その他: (指定) _____
	6-1.15	HF 欠陥 (HF Defect)	< [] cm ⁻² [] HF エッチング; [] その他: (指定) _____

項目		仕様	測定方法
6-1.16	ボイド (Void)	< []	[]SSIS; []目視; []その他: (指定)
6-1.17	表面 Si 粗さ (Front Si Surface Roughness)		
6-1.17.1	rms @ 2 $\mu\text{m} \times 2 \mu\text{m}$	< [] nm	[]JEITA EM-3505 (AFM); []その他: (指定)
6-1.17.2	rms @ 10 $\mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$	< [] nm	[]JEITA EM-3505 (AFM); []その他: (指定)
6-1.17.3	rms @ [] $\mu\text{m} \times [] \mu\text{m}$	< [] nm	[]JEITA EM-3505 (AFM); []その他: (指定)
6-1.17.4	rms @ [] $\mu\text{m} \times [] \mu\text{m}$	< [] nm	[]JEITA EM-3505 (AFM); []その他: (指定)
6-1.18	表面金属汚染 (Front Surface Metal Contamination)		
6-1.18.1	鉄 (Iron)	[] < [] $\times 10^{11}$ atoms/cm ²	[] ISO 14706 (TXRF); [] ICP/MS; [] AAS; [] その他: (指定)
6-1.18.2	クロミウム (Chromium)	[] < [] $\times 10^{11}$ atoms/cm ²	[] ISO 14706 (TXRF); [] ICP/MS; [] AAS; [] その他: (指定)
6-1.18.3	ニッケル (Nickel)	[] < [] $\times 10^{11}$ atoms/cm ²	[] ISO 14706 (TXRF); [] ICP/MS; [] AAS; [] その他: (指定)
6-1.18.4	銅 (Copper)	[] < [] $\times 10^{11}$ atoms/cm ²	[] ISO 14706 (TXRF); [] ICP/MS; [] AAS; [] その他: (指定)
6-1.19	他の表面金属汚染 (元素毎に個別にリストアップすること)		
6-1.19.1	_____	[] < [] $\times 10^{11}$ atoms/cm ²	[] ISO 14706 (TXRF); [] ICP/MS; [] AAS; [] その他: (指定)
6-1.19.2	_____	[] < [] $\times 10^{11}$ atoms/cm ²	[] ISO 14706 (TXRF); [] ICP/MS; [] AAS; [] その他: (指定)
6-1.19.3	_____	[] < [] $\times 10^{11}$ atoms/cm ²	[] ISO 14706 (TXRF); [] ICP/MS; [] AAS; [] その他: (指定)
6-1.19.4	_____	[] < [] $\times 10^{11}$ atoms/cm ²	[] ISO 14706 (TXRF); [] ICP/MS; [] AAS; [] その他: (指定)
6-1.19.5	_____	[] < [] $\times 10^{11}$ atoms/cm ²	[] ISO 14706 (TXRF); [] ICP/MS; [] AAS; [] その他: (指定)
6-1.19.6	_____	[] < [] $\times 10^{11}$ atoms/cm ²	[] ISO 14706 (TXRF); [] ICP/MS; [] AAS; [] その他: (指定)
6-2. BOX 特性 BOX CHARACTERISTICS (注: ♦印のある項目はシリコンウェーハの基本仕様として必須項目)			
♦ 6-2.1	埋め込み酸化膜厚 (BOX Thickness)	[] nm	[]分光偏光解析法; []分光反射率測定法; []その他: (指定)
♦ 6-2.2	埋め込み酸化膜厚 バラツキ (BOX Thickness Variation)	< $\pm$ [] %; $\pm$ [] nm	[]分光偏光解析法; []分光反射率測定法; []その他: (指定)
6-2.3	貼り合わせウェーハ用 接合界面位置 (Bonded Interface Location for Bonded Wafers)	[] SOI/BOX インタフェース; [] BOX 層内; [] BOX/基板インタフェース	
6-2.4	BOX ピンホール (BOX Pinholes)	< [] cm ⁻²	[] Cu めっき; [] BOX キャパシタ; [] その他: (指定)

項目		仕様	測定方法
6-2.5	酸化膜耐圧 (Dielectric Breakdown)	> [] MV/cm	[] BOX キャパシタ; [] その他: (指定) _____
6-3. 寸法特性 DIMENSIONAL CHARACTERISTICS			
6-3.1	ワープ (Warp)	< [] μm	[] SEMI MF1390; [] その他: (指定) _____
6-3.2	平坦度, サイト (Flatness, site)	サプライヤと顧客の合意による	
6-4. 表面目視特性 FRONT SURFACE INSPECTION CHARACTERISTICS			
6-4.1	スクラッチ (Scratch)	[] なし	[] SEMI MF523 (目視検査); [] その他: (指定) _____
6-4.2	ヘイズ (Haze)	[] なし	[] SEMI MF523 (目視検査); [] その他: (指定) _____
6-4.3	局所光散乱 (LLS)	サイズ: $\geq$ [] μm (LSE) 数: $\leq$ [] [] ウェーハ当たり; [] per cm^2	[] SSIS; [] その他: (指定) _____
6-4.4	スリップ (Slip)	サプライヤと顧客の合意による	[] SEMI MF523 (目視検査); [] その他: (指定) _____
6-4.5	エッジチップ (Edge Chip)	[] SEMI M1, 表 10; [] その他: (指定) _____	[] SEMI MF523 (目視検査); [] その他: (指定) _____
6-4.6	エッジクラック (Edge Crack)	[] SEMI M1, 表 10; [] その他: (指定) _____	[] SEMI MF523 (目視検査); [] その他: (指定) _____
6-4.7	異物 (Foreign Matter)	サプライヤと顧客の合意による	[] SEMI MF523 (目視検査); [] その他: (指定) _____
6-5. 裏面特性 BACK SURFACE CHARACTERISTICS			
6-5.1	裏面金属汚染		
6-5.1.1	鉄 (Iron)	[] < [] $\times 10^{11}$ atoms/ cm^2	[] ISO 14706 (TXRF); [] ICP/MS; [] AAS; [] その他: (指定) _____
6-5.1.2	クロミウム (Chromium)	[] < [] $\times 10^{11}$ atoms/ cm^2	[] ISO 14706 (TXRF); [] ICP/MS; [] AAS; [] その他: (指定) _____
6-5.1.3	ニッケル (Nickel)	[] < [] $\times 10^{11}$ atoms/ cm^2	[] ISO 14706 (TXRF); [] ICP/MS; [] AAS; [] その他: (指定) _____
6-5.1.4	銅 (Copper)	[] < [] $\times 10^{11}$ atoms/ cm^2	[] ISO 14706 (TXRF); [] ICP/MS; [] AAS; [] その他: (指定) _____
6-5.2	他の裏面金属汚染 (元素毎に個別にリストアップすること)		
6-5.2.1	_____	[] < [] $\times 10^{11}$ atoms/ cm^2	[] ISO 14706 (TXRF); [] ICP/MS; [] AAS; [] その他: (指定) _____
6-5.2.2	_____	[] < [] $\times 10^{11}$ atoms/ cm^2	[] ISO 14706 (TXRF); [] ICP/MS; [] AAS; [] その他: (指定) _____
6-5.2.3	_____	[] < [] $\times 10^{11}$ atoms/ cm^2	[] ISO 14706 (TXRF); [] ICP/MS; [] AAS; [] その他: (指定) _____
6-5.2.4	_____	[] < [] $\times 10^{11}$ atoms/ cm^2	[] ISO 14706 (TXRF); [] ICP/MS; [] AAS; [] その他: (指定) _____
6-5.2.5	_____	[] < [] $\times 10^{11}$ atoms/ cm^2	[] ISO 14706 (TXRF); [] ICP/MS; [] AAS; [] その他: (指定) _____
6-5.2.6	_____	[] < [] $\times 10^{11}$ atoms/ cm^2	[] ISO 14706 (TXRF); [] ICP/MS; [] AAS; [] その他: (指定) _____

5.3 注文書には以下の項目が含まなければならない:

5.3.1 ロット受入判定手順。

5.3.2 証明(必要な場合)。

5.3.3 梱包とマーキング要求事項。

6 SOIウェーハを規定するための要求条件

6.1 SOIウェーハは基板ウェーハ、エピタキシャル層(必要な場合)、およびシリコン層と埋め込まれた酸化層の特性の両方に関係したこれらの要求事項を含む発注仕様書に規定されたすべての要求事項に合致しなければならない。

6.2 各場合に、適切な試験方法も規定することが必須である。

6.3 関連情報 2 は 130 nm技術世代以降に対する超薄膜SOIウェーハを仕様化するための指針を与えている。

7 サンプルング計画

7.1 他に規定のない限り、ASTM E122 を使用しなければならない。そのように規定した場合、ANSI/ASQC Z1.4 に従って、各ロットから適切なサンプルングサイズを選定しなければならない。各品質特性は、重大な、大きいおよび小さい分類のANSI/ASQC Z1.4 定義に従って、ロット公差パーセント欠陥(LTPD)値の受入品質レベル(AQL)を割り当てなければならない。要望し、かつ、契約または注文にそのように記載する場合、それらの分類のそれぞれが、累積AQLまたはLTPD値を交互に割り当てるのがよい。検査レベルについては、ユーザとサプライヤの間で合意しなければならない。

8 テスト方法

8.1 表面シリコン層および埋め込み酸化膜層の厚さ(Thickness of Surface Silicon Layer and Buried Oxide Layer)

8.1.1 測定方法(Measurement Methods) — 分光エリプソメトリ(SE)および反射分光法の二つの非接触、非破壊光学的評価法は、表面シリコン層および埋め込み酸化(BOX)層厚測定の双方に有効であることが証明された。両テクニックは、薄膜厚および屈折率を創り出すために、反射光を使用する。どちらの場合においても、層厚および屈折データ率は、連続近似法処理による測定光学データの「収束地」でなければならない。SIMOX のBOX層におけるシリコンアイランドおよび界面の不均一性は、測定の精度を落とす可能性がある。

8.1.1.1 分光エリプソメトリ(SE)測定(Spectroscopic Ellipsometry(SE)) — この測定においては、キセノンアークランプからの白色光が回転偏光子を通過し、テスト中のサンプルに照射する。反射光はアナライザを通過し、モノクロメータおよび光電子増倍検出器にいたる。それぞれの波長に対し、反射率が偏光子の回転に伴い振動する。反射率の変化の大きさおよび位相は、楕円偏向角、 δ および Ψ を決定するために測定される。二つの測定したスペクトルは、連続近似による、フィッティングによって表面シリコン層およびBOX層厚ならびに酸化膜成分の判別をおこない決定される。本手法による、測定器および仮定するモデルならびにフィッティングパラメータの選定は、測定の信頼性に影響を及ぼすため、それらのパラメータについてはユーザとサプライヤ間で合意を得ることが望ましい。

8.1.1.2 反射分光測定(Spectroscopic Reflectometry Measurement) — この測定では、キセノンアークランプからの光が回析格子モノクロメータまたは光学バンドパスフィルタを通過し、テスト中のサンプル面を照射する。反射光は検出器によって集められる。反射率または反射強度は、波長 $0.4 \mu\text{m}$ から $1.1 \mu\text{m}$ の関数としてプロットされる。解析は、適切なフィッティングが達成するまで、各層の屈折率および吸収率に対して連続的に有効な近似法を用いて進められる。